

Rotations culturales en culture bananière intensive.

E. TERNISIEN et J. GANRY

INTRODUCTION

L'agriculture traditionnelle, telle qu'elle se pratiquait jadis sans intrants (engrais, pesticides) reposait sur l'utilisation de la jachère associée à des rotations culturales. Ces deux procédés culturels représentaient l'unique solution permettant une restauration chimique et biologique des sols, tout en évitant de favoriser une pression parasitaire trop destructrice.

L'agriculture moderne, grâce à l'utilisation massive d'engrais et de pesticides, a résolu les problèmes de fertilisation et minimisé la plupart des problèmes parasitaires sans toutefois les éradiquer. C'est pourquoi, dans la majorité des cas, elle s'est orientée pour des raisons de rentabilité, vers une utilisation permanente de la monoculture intensive.

Les inconvénients de cette stratégie sont apparus à plus ou moins long terme :

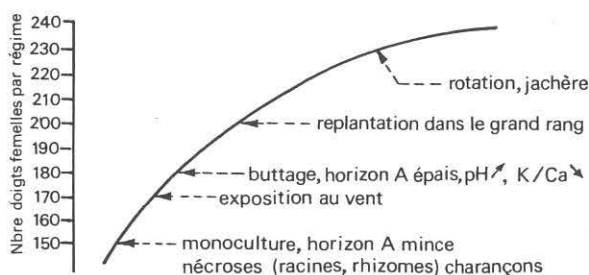
- utilisation sélective des éléments fertilisants du sol,
- appauvrissement biologique du sol (désherbage, pesticides),
- introduction ou sélection de parasites insuffisamment contrôlés par la lutte chimique,
- possible toxicité des résidus de culture.

La généralisation, en monoculture, de ces inconvénients, souvent difficilement identifiés, a d'ailleurs donné naissance au concept de « fatigue des sols ».

En bananeraie, la monoculture est pratiquée dans beaucoup de pays depuis plus de 40 ans. En zone américaine, malgré des conditions extrêmement favorables au départ, les problèmes liés à la monoculture apparaissent progressivement. Les références bibliographiques, émanant de chercheurs américains, citées dans ce document, en sont la preuve.

En zone française, les problèmes de la monoculture ont été clairement mis en évidence, en particulier par l'enquête-diagnostic menée en Martinique par B. DELVAUX et Ph. LORIDAT. Ce travail, initié suite aux baisses de rendement enregistrées après les cyclones de 1979 et 1980, a permis de diagnostiquer un certain nombre de facteurs limitants. En culture intensive, lorsque le sol n'impose pas de contraintes physiques au bananier, le principal facteur limitant est d'ordre parasitaire (malgré une lutte chimique suivie et coûteuse).

Cette conclusion peut être résumée par le schéma concernant la hiérarchisation des facteurs limitants dans les sols sur ponce du Nord Martinique (DELVAUX *et al.*, 1989).



Ce schéma montre avec clarté l'intérêt de rompre temporairement la monoculture bananière en Martinique.

Pour le planteur, l'intérêt d'une rotation culturale peut être double :

- assainissement parasitaire du sol → économie de traitements pesticides
- amélioration - physique, chimique, biologique - du sol → gain de rendement du bananier.

L'intérêt financier d'un tel itinéraire cultural a été signalé à plusieurs occasions. Pourtant, très peu de planteurs, en Afrique ou aux Antilles, pratiquent la jachère ou la rotation culturale, et ce pour trois principales raisons :

- manque de surface cultivable (surtout aux Antilles),
- frein psychologique vis-à-vis d'une terre non cultivée,
- perte de quotas (autorisation d'exportation) due au déficit momentané de production (Antilles).

Le fait de leur proposer une culture de rotation rentable ne pourrait que les inciter à rompre périodiquement la monoculture bananière dans leurs exploitations.

Les connaissances acquises sur les rotations culturales en bananeraie peuvent être scindées en deux parties :

- assainissement parasitaire du sol,
- gain de rendement de la bananeraie.

EFFET DU PRECEDENT CULTURAL SUR L'ETAT SANITAIRE DE LA BANANERAIE

En terme d'assainissement parasitaire du sol par une culture de rotation, quatre aspects peuvent être considérés :

- le choix d'une plante non hôte du ou des parasites à éliminer,
- la durée de la rotation ou de la jachère,
- la pérennité de l'assainissement du sol et son impact sur le système racinaire du bananier,
- la possibilité de sélection de nouveaux parasites du bananier introduits ou multipliés par la plante de rotation.

Choix d'une plante non hôte des parasites du sol.

Jusqu'à présent, le parasite dominant considéré dans ces études a été le nématode *Radopholus similis*.

Plusieurs études ont tenté de définir le statut (hôte ou non hôte) de diverses plantes cultivées ou adventices (EDWARDS *et al.*, 1971 ; KEETCH *et al.*, 1972 ; MILNE *et al.*, 1976 ; RIVAS *et al.*, 1985 ; ZEM *et al.*, 1983 a). Ces études sont révélatrices d'un certain nombre de contradictions selon les auteurs et les pays. Ces contradictions peuvent être expliquées par trois principales raisons :

- différences de méthodes expérimentales utilisées pour l'inoculation du nématode sur les plantes testées,
- différences de méthodes d'observation (seuls certains chercheurs observent tous les stades de développement de *Radopholus similis* avant de définir le statut d'une plante) et d'appréciation du fait de l'ambiguïté de la notion d'hôte, qui n'est pas une simple notion de tout ou rien ;
- différences d'écotypes de *Radopholus similis* rencontrés selon les pays.

En conséquence, il apparaît indispensable de vérifier, dans chaque situation particulière, le statut de toute plante devant être utilisée en tant que rotation culturale avec le bananier.

Malgré ces quelques contradictions, on peut tout de même remarquer que les graminées (cultivées ou adventices) et la plupart des arbres fruitiers (manguier, avocatier, agrumes) sont généralement non hôtes de *Radopholus similis*. Inversement, beaucoup de plantes maraîchères (tomate ...), de légumineuses et d'adventices dicotylédones peuvent être hôtes de ce nématode.

Des travaux conduits récemment en Martinique (TERNISIEN, 1989 b), il ressort que :

- ni les graminées (sorgho et *Brachiaria*), ni la patate douce, ne sont hôtes de *Radopholus similis*,
- les légumineuses *Canavalia* et *Crotalaria* permettent un bon assainissement parasitaire du sol, ce qui confirme les résultats de PEREIRA *et al.*, (1960) et EDWARDS *et al.*, (1971) sur *Crotalaria juncea* et de ZEM *et al.*, (1983 a) sur *Canavalia ensiformis*.
- les légumineuses *Desmodium* et *Mucuna* permettent le

maintien de *Radopholus similis*, n'assurant pas ainsi un bon assainissement du sol.

Durée minimale de la jachère ou de la rotation culturale pour l'assainissement parasitaire du sol.

Concernant *Radopholus similis*, des informations très variables sont avancées quant au délai nécessaire à un assainissement parasitaire du sol par une jachère ou une rotation culturale.

Dans certains cas, comme en Amérique centrale, il apparaît possible d'obtenir un bon assainissement avec une jachère travaillée d'une durée de 5 mois, alors qu'au Cameroun, en Côte d'Ivoire et en Martinique, il est nécessaire d'opter pour une durée d'au moins une année (MELIN *et al.*, 1973 ; LASSOUDIERE, 1986 ; TERNISIEN, 1989 a, b et c).

Il ressort de toutes ces études et observations qu'il est difficile de transposer un résultat d'une situation à une autre, ceux-ci étant fonction de très nombreux facteurs en interaction (cinétique de dégradation du matériel végétal, niveau des populations de *Radopholus similis* dans le sol, caractéristiques pédologiques et climatiques, etc.), mais également du but recherché (quasi-éradication ou simple abaissement de l'inoculum). En effet s'il est quasiment impossible, en pratique, d'éradiquer *R. similis*, un abaissement de l'inoculum permettant d'économiser quelques traitements nématicides peut être jugé satisfaisant dans certains contextes.

Toutefois on peut estimer qu'un arrêt de la culture sans plante hôte pendant une durée de 12 mois constitue actuellement une limite en dessous de laquelle les garanties d'abaissement significatif de l'inoculum sont faibles.

Pour ce qui est des autres pathogènes du sol, les informations sont pour l'instant inexistantes ou fragmentaires. Tel est le cas par exemple pour *Cylindrocladium*.

Pérennité de l'assainissement parasitaire du sol.

Des travaux très récents conduits en Guadeloupe et en Martinique montrent clairement l'intérêt de l'utilisation d'un matériel végétal parfaitement sain, comme le vitropiant, si le sol est correctement assaini (SIMON, 1989 ; TERNISIEN et CHEVRIER, 1989).

Ainsi, le couplage des vitroplants avec un précédent ananas permet de se dispenser de traitements nématicides pendant au moins deux ans (économie de six traitements nématicides).

Par contre avec un précédent bananier, la réinfestation des racines est obtenue à partir du cinquième mois après plantation, quel que soit le type de matériel végétal.

Sur la station expérimentale de Rivière Lézarde en Martinique, une étude (TERNISIEN, 1989 c) de diverses plantes de rotation a permis d'observer l'impact d'assainissements parasites plus ou moins complets sur la vitesse de réinfestation des bananiers par les nématodes.

Après destruction d'une bananeraie, trois types de plantes étaient étudiés pendant une durée d'un an :

- légumineuses :
 - . *Desmodium distortum*,
 - . *Mucuna pruriens*,
 - . *Canavalia ensiformis*,
 - . *Crotalaria juncea*.
- graminées :
 - . *Sorghum bicolor* (sorgho),
 - . *Brachiaria decubens*,
- vivrières :
 - . *Ipomea batatas* (patate douce).

La rotation culturale avec ces plantes était comparée à la monoculture bananière et à la jachère nue (après plantation de bananiers parés et pralinés).

On montre qu'avec un assainissement correct ou un abaissement suffisant des infestations de *Radopholus similis* dans le sol, les populations de ce nématode restent à des niveaux faibles pendant au moins deux cycles (18 mois).

En monoculture (bananier/bananier), la recontamination du système racinaire est très rapide malgré le pralinage des plants et les traitements nématicides systématiques (4 mois).

Après les légumineuses hôtes de *Radopholus similis*, l'infestation des parcelles est plus lente. Deux à trois traitements nématicides peuvent être économisés :

- délai de 10 mois après *Mucuna*,
- délai de 14 mois après *Desmodium*.

Dans toutes les parcelles correctement assainies (après jachère, *Brachiaria*, sorgho, patate douce, *Canavalia* et *Crotalaria*), aucun traitement nématicide n'a été nécessaire jusqu'à la fin de l'essai (économie de cinq traitements, soit 20 à 30 kg de matière active par ha).

Intervention d'autres parasites du bananier sélectionnés par une plante de rotation.

La grande majorité des études de rotations culturales étant axées vers la lutte contre *Radopholus similis*, peu d'informations sont disponibles dans ce domaine.

Une étude comparative de divers essais en Martinique concernant les vitroplants a montré que d'autres nématodes (en particulier *Meloidogyne* sp.) pouvaient devenir prépondérants après l'élimination de *R. similis*. Cette observation s'appuie sur les comptages nématologiques sur vitroplants dans différentes conditions (TERNISIEN, 1989 a ; TERNISIEN et CHEVRIER, 1989).

Meloidogyne sp., grâce à sa très grande polyphagie, semble donc pouvoir se maintenir dans des situations de sol (jachère ou rotation) dans lesquelles *R. similis* voit sa population fortement diminuer.

En Côte d'Ivoire, les jachères pratiquées ne sont pas

aussi efficaces contre les Hoplolaimidae (*Helicotylenchus*, *Hoplolaimus*), qui peuvent proliférer en l'absence de *Radopholus similis*, après replantation (HUGON, R.A. 89).

D'autres parasites que les nématodes peuvent être sélectionnés par une culture de rotation. C'est le cas en Côte d'Ivoire où il est fait mention de prolifération de cochenilles farineuses (*Dysmicoccus* sp.) sur racines de bananiers plantés après ananas (communication personnelle de R. HUGON). Ce parasite induit chez le bananier une croissance lente, un développement médiocre et par conséquent une perte de rendement.

Par conséquent, dans un itinéraire de rotation culturale utilisé pour lutter contre un ou plusieurs parasites spécifiques du bananier, une attention particulière devra être portée sur la sélection d'éventuels nouveaux parasites introduits ou multipliés par la plante choisie en alternance.

EFFET DU PRECEDENT CULTURAL SUR LE RENDEMENT DU BANANIER

Le second intérêt d'une rotation culturale réside dans le gain de rendement de la bananeraie plantée immédiatement après. Ce gain peut être expliqué par deux facteurs :

- amélioration physico-chimique et biologique du sol due à la culture de rotation,
- système racinaire sain du bananier.

Amélioration physico-chimique et biologique du sol.

L'intérêt de ces plantes améliorantes employées en rotation a été montré par plusieurs auteurs (ENDRICKX *et al.*, 1949 ; ROBIN, 1967 ; TERNISIEN, 1989 b) mais elles sont fort peu utilisées en bananeraie intensive.

Les travaux conduits en Martinique (TERNISIEN, 1989 b et c), comparant la monoculture bananière à la jachère nue ou la rotation avec des légumineuses, des graminées ou une culture vivrière, ont clairement montré l'impact de ces différents itinéraires culturaux sur la fertilité du sol, puis sur le rendement ultérieur des bananiers.

A partir d'une fertilité chimique du sol homogène avant rotation, les analyses chimiques après rotation ont révélé :

- un appauvrissement chimique du sol dû à la jachère nue avec une baisse du taux de matière organique et de la quantité d'azote minéral,
- un net enrichissement du sol en azote dû aux légumineuses non récoltées (engrais vert),
- une forte demande en potassium de la part des graminées (sorgho et *Brachiaria*) et de la patate douce,

Ces variations de fertilité du sol se sont traduites en culture bananière par des différences de croissance, de précocité et de rendement au premier cycle.

La croissance la plus lente est observée après jachère nue ou patate douce alors qu'après les légumineuses et les

graminées, on observe une croissance plus rapide qu'en monoculture.

Le poids moyen des régimes est également variable selon les antécédents culturaux, en faveur de certaines graminées (sorgho, *Brachiaria*) ou légumineuses (*Desmodium*, *Canavalia*).

Il faut donc conclure que certaines plantes (légumineuses, graminées) améliorent la fertilité du sol et par conséquent les performances ultérieures de la bananeraie. Inversement, la jachère nue et les plantes à bulbe (patate douce) n'ont pas cet avantage.

Les facteurs explicatifs de cette interaction fertilité du sol \longleftrightarrow productivité du bananier ne peuvent être uniquement d'ordre chimique. En effet, des travaux récents (GODEFROY *et al.*, 1989) nous montrent que pour un niveau de fertilité satisfaisant, une simple différence de dose d'engrais ne peut induire des différences significatives de rendement.

Cette observation souligne la difficulté d'attribuer les gains de productivité à un ou plusieurs facteurs précis. On peut plutôt penser à une interaction positive des facteurs nutritionnels, physiques et biologiques due à une « explosion microbologique » après enfouissement de l'engrais vert.

Dans le cas de la rotation avec l'aubergine, MELIN *et al.*, (1988) ont montré que cette culture n'améliorait le rendement du bananier que par assainissement parasitaire du sol et non pas par amélioration physico-chimique ou biologique du sol.

Enfin, notons que certaines cultures de rotation peuvent, par des effets secondaires, limiter la productivité de la bananeraie plantée immédiatement après. C'est le cas de l'ananas pour lequel des résidus d'herbicides pré-émergents ont souvent fortement compromis le rendement des bananiers au premier cycle. Cet inconvénient peut être négligeable en modérant l'emploi des herbicides à grande rémanence en fin de culture de l'ananas.

Impact de l'assainissement parasitaire du sol sur le rendement des bananiers.

Après aubergine (MELIN *et al.*, 1988), les augmentations de rendement sont essentiellement dues à la réduction des populations de nématodes. Dans ce cas, la pratique de la rotation culturale procure un accroissement de rendement de 19 à 25 t/ha sur quatre cycles.

De nombreuses études (MELIN *et al.*, 1973 ; LASSOU-

DIERE, 1985 ; SARAH *et al.*, 1983) montrent que la jachère nue permet d'accroître le rendement des bananiers. L'étude réalisée en Côte d'Ivoire met en évidence des augmentations de 4 à 5 kg du poids moyen des régimes et d'environ 10 tonnes par hectare et par cycle (25 p. 100) dues à l'assainissement parasitaire après jachère nue.

En Martinique, GODEFROY *et al.*, (1988) observent des gains de rendement de 15 à 25 t/ha (8 à 14 p. 100) sur quatre cycles (avec des différences significatives de longueur de cycle) après des jachères travaillées de 7, 10 ou 13 mois.

L'étude de diverses rotations culturales (graminées, vivrières, légumineuses) en Martinique (TERNISIEN, 1989 b et c) a montré que les rendements les plus élevés sont obtenus après une rotation culturale ayant assaini et enrichi le sol.

Inversement, cette étude montre que l'emploi d'une plante hôte de *R. similis* entraîne un rapide développement des populations de ce nématode, et des rendements médiocres.

CONCLUSION

Les rotations culturales peuvent offrir deux intérêts principaux :

- assainissement parasitaire du sol,
- amélioration de la fertilité du sol.

Ces deux aspects procurent au planteur un intérêt économique double :

- économie de traitements nématicides,
- gain de rendement.

La jachère nue permet un assainissement parasitaire correct du sol si sa durée excède 9 à 12 mois après destruction complète des résidus de culture bananière.

Mais les rendements maximaux des bananiers seront obtenus après rotation avec une plante non hôte de *R. similis* et permettant une amélioration (ou une restauration ?) de la fertilité physico-chimique et biologique du sol.

Le statut (hôte ou non hôte de *R. similis*) des différentes cultures utilisables peut être très variable selon l'écotype de *R. similis* présent dans le sol. Par conséquent, des analyses préliminaires doivent être réalisées localement avant recommandation.

BIBLIOGRAPHIE

- EDWARDS (D.I.) et WEHUNT (E.J.). 1971.
Host range of *Radopholus similis* from banana areas of Central America with indications of additional races.
Plant Disease Reporter, 55 (5), 415-418.
- ENDRICKX (F.L.) et ENDRICKX (J.). 1949.
La jachère à bananiers.
Bull. agric. Congo belge, 1949/06, 40, 1735-1744.
- GODEFROY (J.), MELIN (Ph.) et DORMOY (Micheline) 1988.
Etude de la jachère en monoculture bananière dans les conditions écologiques du Centre de la Martinique.
Fruits, 43 (4), 225-228.
- GODEFROY (J.) et DORMOY (Micheline). 1989.
Dynamique des éléments minéraux fertilisants dans le complexe sol-bananeraie-climat.

- Application à la programmation de la fumure.
Cas des sols à halloysite.
Fruits, 44 (1), 3-12.
- KEETCH (D.P.). 1972.
Some host plants of the burrowing eelworm, *Radopholus similis* (Cobb) in Natal.
Phytophylactica, 4, 51-58.
- MELIN (Ph.) et VIDARDEBO (A.). 1973.
Nématicide et désinfection à l'eau chaude dans la lutte contre *Radopholus similis* en bananeraie.
Fruits, 28 (12), 843-849.
- MELIN (Ph.), GODEFROY (J.) et DORMOY (Micheline). 1988.
Etude de la rotation culturale bananiers-aubergines dans les conditions écologiques du centre de la Martinique.
Action sur les caractéristiques chimiques, structurales et microbiologiques du sol.
Fruits, 43 (6), 349-352.
- MILNE (D.L.) et KEETCH (D.P.). 1976.
Some observations on the host plant relationships of *Radopholus similis* in Natal.
Nematropica, 6, 13-17.
- PEREIRA (H.F.), FIGUEIREDO (E.R.) et HUSSNI (J.). 1960.
Radopholus similis sur les bananiers dans la plaine côtière de Sao Paulo.
O Biológico (BIOG), 1960/02, 26 (2), 27-31.
- RIVAS (X.) et ROMAN (J.). 1985.
Estudio sobre la gama de hospederos de una población de *Radopholus similis* de Puerto-Rico.
Nematropica, 15 (2), 165-170.
- ROBIN (J.). 1967.
Les méthodes d'amélioration physique des sols de bananeraies à la station de l'Ivoloïna.
Conférence/Colloque sur la Fertilité des Sols tropicaux, Madagascar, p. 1575-1579.
- SARAH (J.L.), LASSOUDIERE (A.) et GUEROUT (R.). 1983.
La jachère nue et l'immersion du sol : deux méthodes intéressantes de lutte intégrée contre *Radopholus similis* (COBB) dans les bananeraies des sols tourbeux de Côte d'Ivoire.
Fruits, 38 (1), 35-42.
- TERNISIEN (E.) et MELIN (Ph.) 1989 b.
Etude de rotations culturales en bananeraie.
Première partie : bilan des cultures de rotation.
Fruits, 44 (7-8), 373-383.
- TERNISIEN (E.). 1989 c.
Etude de rotations culturales en bananeraie.
Seconde partie : Impact des cultures de rotation sur la production bananière et l'état sanitaire du sol.
Fruits, 44 (9), 445-454.
- ZEM (A.C.) et LORDELLO (L.G.E.). 1983 a.
Etude des hotes de *R. similis* et de *Helicotylenchus multicinctus*.
Soc. Brasil. Nemat. VII - Reunião Public. 1983/07, p. 175-187, Brésil.
- ZEM (A.C.) et ALVES (E.J.). 1983 b.
Essais de lutte contre *Radopholus similis*
Efeito de diferentes práticas sobre a população de *R. similis*.
Soc. Brasil. Nemat. VII Reunião public. 1983/07, p. 215-225, Brésil.

DOCUMENTS INTERNES IRFA

- DELVAUX (B.), LORIDAT (Ph.), CHEVRIER (L.) et TERNISIEN (E.). 1989.
Amélioration de la fertilité des sols et rationalisation des techniques culturales des bananeraies en Martinique.
Convention Régionale - Bilan 1984-1988.
- HUGON (R.). 1989.
Luttes autres que chimiques contre les nématodes du bananier.
Le point sur quelques techniques d'assainissement.
R.A. 89, doc. n° 3.
- LASSOUDIERE (A.). 1985.
Lutte contre les nématodes du bananier.
Réunion annuelle IRFA, 1985/09, 21 p.
- LASSOUDIERE (A.). 1986.
Rapport analytique 1986.
Centre IRA Nyombé, p. 12-13.
- SIMON (S.). 1989.
Effet du précédent cultural ananas sur le rendement du bananier.
Bilan provisoire de la partie «nématologique».
Essai BA.GU.NEU.152.
Document interne IRFA, 5 p.
- TERNISIEN (E.). 1989 a.
Bilan second cycle essai vitroplants. BA.MR.LEZ.151.
7 p., 9 annexes.
- TERNISIEN (E.) et CHEVRIER (L.). 1989.
Bilan premier et second cycles essai BA.MR.EXT.173,
8 p. et 6 annexes.